وزارة التربية والتعليم العالي المديرية العامة للتربية دائرة الامتحانات	امتحانات الشهادة الثانوية العامة الفرع : علوم الحياة	الدورة العادية للعام 2012
	مسابقة في مادة الفيزياء المدة ساعتان	الاسم: الرقم:

Cette épreuve est formée de trois exercices répartis sur trois pages.
L'usage d'une calculatrice non programmable est autorisé.

Premier exercice (7 points) Pendule élastique horizontal

L'objet de cet exercice est d'étudier l'influence de la masse sur le mouvement d'un pendule élastique horizontal.

Ce pendule est formé :

- d'un ressort élastique (R), de masse négligeable et de raideur k = 400 N/m, enroulé sur une tige horizontale ;
- d'un solide (B) supposé ponctuel et de masse m = 100 g.

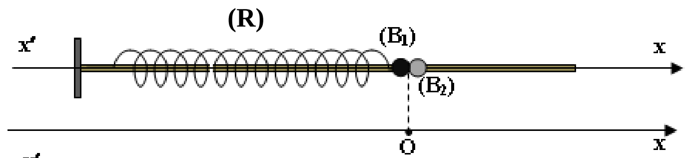

Fig. 1

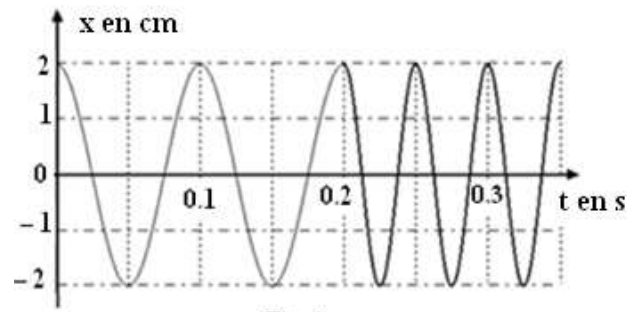

Fig. 2

Le solide (B) est formé de deux particules (B_1) et (B_2) collées ensemble et de masses respectives m_1 = 25 g et m_2 = 75 g. Ce solide peut glisser, sans frottement, sur la tige (Fig. 1).

À l'équilibre, (B) est en O, pris comme origine des abscisses de l'axe x'x. (B) est déplacé d'une distance X_m, à partir de O, dans le sens positif, puis lâché sans vitesse initiale à la date $t_0 = 0$.

Le plan horizontal passant par (B) est pris comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur.

Au bout de deux oscillations complètes, (B_2) se détache de (B_1) et le système [(R), (B_1)] continue à osciller. La figure 2 représente les variations de l'abscisse x du solide en mouvement, en fonction du temps, dans les deux intervalles [0 ; 0,2 s] et [0,2s ; 0,35 s]. **Prendre** : $\pi^2 = 10$.

A- Étude graphique

En se référant à la figure 2, donner dans chacun des intervalles [0 ; 0,2 s] et [0,2s ; 0,35 s] :

1) la valeur de l'amplitude du mouvement ;
2) le type des oscillations accomplies par l'oscillateur;
3) la valeur de la période propre des oscillations.

B- Étude théorique des oscillations de (B)

Considérons le système [(R), (B), Terre].

1) Calculer, à $t_0 = 0$, la valeur de l'énergie mécanique de ce système.

2) À une date t, (B) a une abscisse x et possède une vitesse $\vec{v}$ de mesure algébrique $v = \frac{dx}{dt}$.
Écrire, à cette date, l'expression de l'énergie mécanique de ce système en fonction de k, m, x et v.

3) **a)** Établir l'équation différentielle du second ordre en x qui régit le mouvement de (B).
b) Déduire l'expression de la période propre T des oscillations.
c) Calculer la valeur de T, puis la comparer au résultat de **(A – 3)**.

4) L'équation horaire du mouvement de (B) est de la forme : $x = X_m \sin\left(\frac{2\pi}{T} t + \varphi\right)$.
Déterminer la valeur de la constante φ.

C- Étude théorique des oscillations de (B_1)

Considérons le système [(R), (B_1), Terre].

1) En se référant à la figure 2, indiquer l'instant où (B_2) se détache de (B_1).

2) L'énergie mécanique du système [(R), (B_1), Terre] est égale à celle du système [(R), (B), Terre]. Justifier.

3) Lorsque (B) passe par O, sa vitesse est V et lorsque (B_1) passe par O, sa vitesse est V_1. Montrer que $V_1 = 2V$.

<u>Deuxième exercice</u> : (7 points) **Étude de la décharge d'un condensateur**

Un condensateur de capacité C est initialement chargé sous une tension E.
À $t_0 = 0$, on relie les bornes du condensateur à celles d'un conducteur ohmique de résistance $R = 1\ k\Omega$ (Fig.1).
À l'instant t, l'armature A porte la charge $q > 0$ et le circuit est parcouru par un courant électrique d'intensité i.

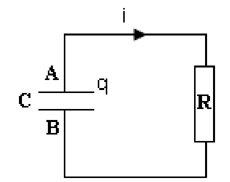

Fig.1

A- Étude théorique

1) Écrire la relation entre i et q.

2) Montrer que l'équation différentielle vérifiée par la tension $u_C = u_{AB}$ aux bornes du condensateur est $\frac{du_C}{dt} + \frac{1}{RC}u_C = 0$.

3) La solution de cette équation différentielle est $u_C = D\,e^{\frac{-t}{\tau}}$.
Déterminer les expressions des constantes D et τ en fonction de E, R et C.

4) Montrer qu'au bout d'une durée $t = \tau$, la tension aux bornes du condensateur atteint 37% de sa valeur maximale E.

B- Détermination de la capacité C

Pour déterminer la valeur de C, on utilise des dispositifs appropriés, capables de tracer, au cours de la décharge du condensateur, les courbes représentatives $u_C = g(t)$ (Fig.2) et $\ell n(u_C) = f(t)$ (Fig.3).

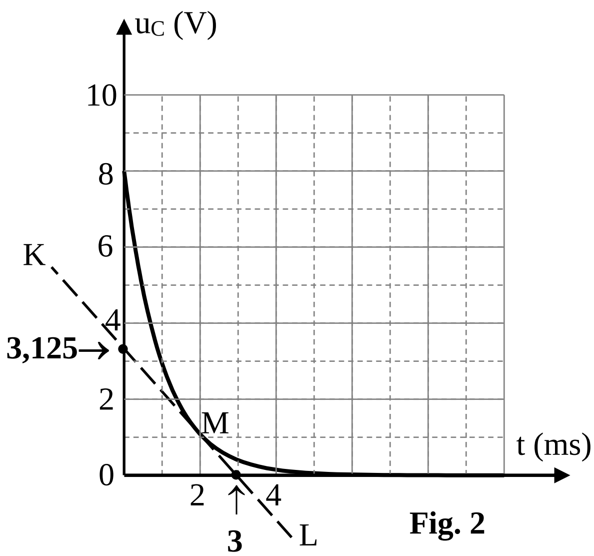

Fig. 2

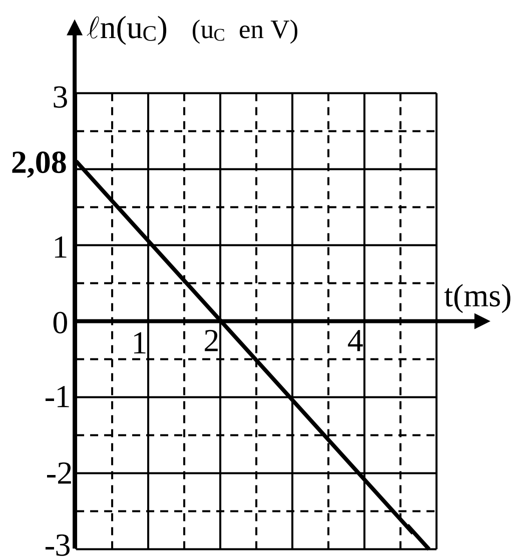

Fig.3

On procède selon les trois méthodes suivantes :

1) Première méthode

En se référant à la courbe de la figure 2 :

a) donner la valeur de E ;

b) déterminer la valeur de τ en utilisant les résultats de la question **(A - 4)** et en déduire la valeur de C

2) **Deuxième méthode**
La figure 2 montre aussi la tangente KL à la courbe au point M (2 ms ; 1 V).
a) En se référant à cette figure, déterminer la pente de la tangente au point M.
b) Déterminer la valeur de C.

3) **Troisième méthode**
a) Déterminer l'expression de $\ell n\ (u_C)$ en fonction de E, R, C et t.
b) Montrer que l'allure de la courbe de la figure 3 est en accord avec l'expression obtenue pour la fonction $\ell n\ (u_C) = f(t)$.
c) En se référant à la courbe de la figure 3, déterminer les valeurs de E et C.

<u>Troisième exercice</u> : (6 points) L'iode 131

Le but de cet exercice est de mettre en évidence certaines caractéristiques de l'iode 131.
L'iode 131 ($^{131}_{53}I$) est radioactif β^-. Sa période radioactive (demi-vie) est de 8 jours.
On donne : Masse d'un électron : $m_{e^-} = 5{,}5\times10^{-4}$ u ; 1 MeV = $1{,}6\times10^{-13}$ J ; 1 u = 931,5 MeV/c^2.

Élément	Iode ($^{131}_{53}I$)	Césium ($^{137}_{55}Cs$)	Xénon ($^{131}_{54}Xe$)
Masse du noyau	130,8770 u	136,8773 u	130,8754 u

A- Désintégration de l'iode 131
1) Écrire l'équation de désintégration de l'iode 131 et identifier le noyau fils.
2) La désintégration d'un noyau d'iode 131 s'accompagne le plus souvent d'une émission γ.
À quoi est due cette émission ?
3) Calculer la constante radioactive λ de l'iode 131 en jour^{-1} et en s^{-1}.
4) Montrer que l'énergie libérée par la désintégration d'un noyau d'iode 131 est $E_{lib}=1{,}56\times10^{-13}$J.

B- Application en médecine
Au cours d'un examen médical, on injecte dans le sang d'un patient, une solution d'iode 131. La thyroïde de ce patient fixe de cette solution un nombre $N = 10^{11}$ noyaux d'iode.
1) Calculer, en Bq, l'activité A correspondant à ces N noyaux sachant que $A = \lambda N$.
2) Calculer, en J, l'énergie libérée par la désintégration de ces N noyaux.
3) Déduire, en J/kg, la valeur de la dose absorbée par la glande thyroïde sachant que sa masse est de 25 g.

C- Contamination
Le 26 Avril 1986, un accident à la centrale nucléaire de Tchernobyl provoque l'explosion d'un de ses réacteurs. Parmi les nombreux éléments radioactifs rejetés dans l'atmosphère, on note l'iode 131. Cet élément, se répandant sur le sol, est absorbé par les vaches ; il contamine leur lait et par suite se fixe sur la glande thyroïde des consommateurs.
Chaque matin, une personne boit une certaine quantité de lait contenant $N_o = 2{,}6\times10^{16}$ noyaux d'iode 131. On suppose que tous ces noyaux sont fixés par la thyroïde de cette personne et que la première quantité de lait est bue à la date $t_o = 0$.
1) Déterminer, en fonction de N_0 et λ (exprimée en jour^{-1}), le nombre de noyaux d'iode 131 restant dans la thyroïde, à la date :
a) $t_1 = 1$ jour et juste après avoir bu la deuxième quantité de lait ;
b) $t_2 = 2$ jours et juste après avoir bu la troisième quantité de lait.
2) En déduire, qu'à la date $t_3 = 3$ jours et juste après avoir bu la quatrième quantité de lait, le nombre N_3 de noyaux restant dans la thyroïde est donné par :
$$N_3 = N_0\,(1 + e^{-\lambda} + e^{-2\lambda} + e^{-3\lambda}) \text{ où } \lambda \text{ est exprimée en jour}^{-1}.$$
3) Des troubles sérieux de la glande thyroïde apparaissent si l'activité de l'iode 131 dépasse 75×10^9 Bq.
Montrer qu'à la date t_3, la personne est en danger.

الدورة العادية للعام 2012	امتحانات الشهادة الثانوية العامة الفرع : علوم الحياة	D- وزارة التربية والتعليم العالي E- المديرية العامة للتربية F- دائرة الامتحانات
الاسم: الرقم:	مسابقة في مادة الفيزياء المدة ساعتان	مشروع معيار التصحيح

Premier exercice : pendule élastique horizontal		7 points
Partie de la Q.	Corrigé	Note
A.1	X_m de B est de 2cm et X_m de B_1 est de 2cm	½
A.2	Le mouvement est libre non amorti.	½
A.3	$T_B = 0{,}1$ s et $T_{B1} = 0{,}05$ s.	¾
B.1	E_m est conservée car l'amplitude du mouvement est constante. $E_m = E_C + E_{Pe} + E_{Pg} = ½\ m\ V^2 + ½\ kx^2 + 0$, pour $x = X_m$, $V = 0$ donc $E_m = E_{Pmax} = ½\ k\, X_m^2$. $E_m = 200\times(0{,}02)^2 = 0{,}08$ J.	¾
B.2	$E_m = ½mv^2 + ½kx^2$	¼
B.3.a	E_m étant constante, sa dérivée est donc nulle, $0 = mVV' + kxx'$ $V = x'$ n'est pas toujours $= 0$ et $V' = x''$ nous obtenons $x'' + (k/m)x = 0$	1
B.3.b	L'équation différentielle est de la forme : $x'' + \omega^2\ x = 0$ $\Rightarrow \omega^2 = k/m \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$	½
B.3.c	$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = \frac{2\pi}{20\pi} = 0{,}1$ s ; Cette valeur est en accord avec le résultat obtenu dans la partie A -3	¼ ¼
B.4	L'équation horaire est $x = X_m \sin((2\pi/T)t + \varphi)$, et à $t_0 = 0$, $x = X_m$ $X_m = X_m \sin(\varphi) \Rightarrow \sin(\varphi) = 1 \Rightarrow \varphi = \pi/2$ rd;	½
C.1	(B_2) se détache à $t = 0{,}2$ s.	¼
C.2	E_m est la même dans les deux intervalles car $E_m = [E_{pe}]\max = ½\ k\, X_m^2$: même K et même X_m	½
C.3	En O, L'E_m = énergie cinétique car pour $x = 0$, l'énergie potentielle est nulle ($E_{Pé} = 0$). Ainsi pour B : $0{,}08 = ½\ mV^2$ et pour B_1 : $0{,}08 = ½\ m_1V_1^2$, $m_1 = 25$ g et $m = 100$ g $= 4m_1 \Rightarrow 4m_1\ V^2 = m_1V_1^2 \Rightarrow$ $V_1^2 = 4\ V^2$ et $V_1 = 2V$.	1

Deuxième exercice : Etude de la décharge d'un condensateur		7 points
Partie de la Q.	**Corrigé**	**Note**
A.1	$i = -\frac{dq}{dt}$.	¼
A.2	$u_C = Ri = -R\frac{dq}{dt} = -RC\frac{du_C}{dt}$; $u_C + RC\frac{du_C}{dt} = 0$	½
A.3	$\frac{du_C}{dt} = -\frac{D}{\tau}e^{-\frac{t}{\tau}} \Rightarrow -\frac{D}{\tau}e^{-\frac{t}{\tau}} + \frac{1}{RC}\times De^{-\frac{t}{\tau}} = 0 \Rightarrow \tau = RC$. Pour t = 0, $u_C = E = D$.	1
A.4	$u_C = Ee^{-\frac{t}{\tau}}$; Pour $t = \tau$: $u_C = E.e^{-1} = 0,37\ E$	¾
B.1.a	E = 8 V	¼
B.1.b	$u_C = 0,37\ E = 0,37\times 8 = 2,96\ V \approx 3V$. Graphiquement, on trouve pour $u_C = 3V$, $t = \tau = 1ms = 10^{-3}s$. $\tau = RC = 10^3C \Rightarrow C = 10^{-6}F$.	1
B.2.a	Pente $= \frac{du_C}{dt} = -\frac{3,125}{0,003} = -1041,6$ V/s	½
B.2.b	L'équation différentielle s'écrit $\frac{du_C}{dt} + \frac{1}{RC}u_C = 0 \Rightarrow \frac{du_C}{dt} = -\frac{1}{RC}u_C$. $-\frac{1}{RC}u_C = -\frac{1}{10^3C}\times 1 \Rightarrow 1041,6 = \frac{1}{10^3C} \Rightarrow C = 0,96\times 10^{-6}F$.	¾
B.3.a	$\ln(u_C) = \ln(Ee^{-\frac{t}{\tau}}) \Rightarrow \ln(u_C) = \ln E - \frac{t}{RC}$.	¾
B.3.b	$\ln(u_C) = f(t)$ est une fonction affine du temps : l'allure de la courbe est une droite décroissante	¼
B.3.c	Pour t = 0, on a : $\ln(u_C) = 2,08 = \ln E \Rightarrow E = 8$ V Et $\ln(u_C) = 0$, pour t = 2ms $\Rightarrow \ln E = \ln 8 = 2,08 = \frac{2\times 10^{-3}}{10^3\times C} \Rightarrow C = 0,96\times 10^{-6}F$.	1

Troisième exercice		6 points
Partie de la Q.	**Corrigé**	**Note**
A.1	${}^{131}_{53}I \rightarrow {}^{A}_{Z}X + {}^{0}_{-1}e + {}^{0}_{0}\overline{\nu}$ conservation de nombre de masse : A = 131 conservation de nombre de charge : 53 = Z - 1⇒ Z = 54 le noyau est le Xénon de symbole ${}^{131}_{54}Xe$	1
A.2	Le noyau fils ${}^{131}_{54}Xe$ est obtenu dans un état excité. Lors la désexcitation vers l'état fondamental, il émet le rayonnement (photon) γ	0,25
A.3	$\lambda = \frac{\ln 2}{T} = \frac{0,693}{8} = 0,087$ jour^{-1} et $\lambda = \frac{0,087}{24 \times 3600} = 10^{-6}$ s^{-1} .	0,75
A.4	$\Delta m = m_{avant} - m_{après} = 130,8770 - 130,8754 - 5,5 \times 10^{-4} = 1,05 \times 10^{-3}$ u $\Delta m = 1,05 \times 10^{-3} \times 931,5 = 0,978$ MeV $\times 1,6 \times 10^{-13} = 1,56 \times 10^{-13}$ J	1.00
B.1	$A = \lambda N = 10^{-6} \times 10^{11} = 10^{5}$ Bq.	0,25
B.2	l'énergie libérée est : $E = 10^{11} \times 1,56 \times 10^{-13} = 1,56 \times 10^{-2}$ J.	0,25
B.3	La dose absorbée est : $D = \frac{E}{m} = \frac{1,56 \times 10^{-2}}{25 \times 10^{-3}}$ 0,624 J/kg.	0,5
C.1.a	D'après la loi de décroissance radioactive $N = N_0\ e^{-\lambda t}$, il reste après une durée t_1=1 jour : $N_0 e^{-\lambda}$ (λ en jour^{-1}) Les atomes d'iode initialement fixés, auxquels on ajoute N_0 noyaux d'iode supplémentaires apportés par la deuxième quantité de lait : $N_1 = N_0 + N_0 e^{-\lambda} = N_0 (1 + e^{-\lambda})$	0,75
C.1.b	Au deuxième jour, il reste $N_1 e^{-\lambda}$, auxquels on ajoute N_0 noyaux d'iode supplémentaires apportés par la troisième quantité de lait : $N_2 = N_1 e^{-\lambda} + N_0 = N_0(1 + e^{-\lambda}) e^{-\lambda} + N_0 = N_0(1 + e^{-\lambda} + e^{-2\lambda})$	0,25
C.2	Au troisième jour, il reste $N_2 e^{-\lambda}$, auxquels on ajoute N_0 noyaux d'iode supplémentaires apportés par la quatrième quantité de lait : $N_3 = N_2 e^{-\lambda} + N_0 = N_0(1 + e^{-\lambda} + e^{-2\lambda}) e^{-\lambda} + N_0 = N_0(1 + e^{-\lambda} + e^{-2\lambda} + e^{-3\lambda})$	0,25
C.3	À t=3 jours, le nombre N_3 de noyaux est : $N_2 = N_0(1 + e^{-0,087} + e^{-2\times 0,087} + e^{-3\times 0,087}) = 9,17 \times 10^{16}$ noyaux. L'activité correspondante vaut : $A_3 = \lambda N_3 = 10^{-6} \times 9,17 \times 10^{16} = 91,7$ GBq> 75 GBq À la date t_3, la personne est donc en danger.	0,75